

# *ZELLBIOLOGIE*

Biologie – Band A

*Jonas Lauener*

*jolau.ch*

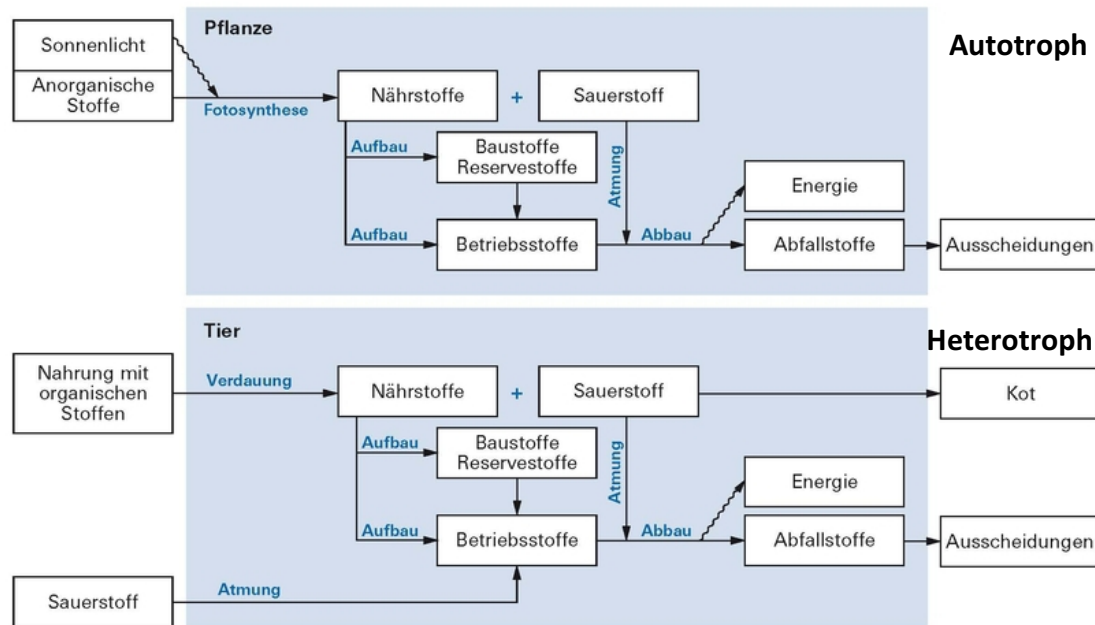
## Inhalt

<b>Grundlagen</b>	<b>4</b>
Stoffwechsel Pflanzen und Tiere	4
Kohlenhydrate	4
Lipide	5
Eiweisse	5
Nucleinsäure	6
<i>Bausteine</i>	6
Enzyme	7
<i>Enzymsynthese</i>	7
<i>Regulation der Enzyme</i>	7
<i>Stoffwechselkette / Fließgleichgewicht</i>	8
Mikroskop	9
<i>Lichtmikroskop (LM)</i>	9
<i>Elektronenmikroskop (EM)</i>	9
Cytologie	9
<b>Zellaufbau</b>	<b>10</b>
Zellwand	11
<i>Einlagerungen</i>	12
<i>Bildung neuer Wand</i>	12
Membran	12
<i>Trennregel</i>	13
<i>Aufgaben</i>	13
<i>Stofftransport durch Membran</i>	14
<i>Zellmembran</i>	15
Grundplasma	15
Membransystem des Cytoplasmas	15
<i>Endoplasmatische Reticulum (ER)</i>	16
<i>Golgi-Apparat</i>	16
<i>Vesikel und Vakuolen</i>	17
Vakuole	18
Zellkern	18
<i>Aufgaben</i>	18
Plastiden	19
<i>Chloroplasten (chloros = grün; plastes = Bildner)</i>	19
<i>Chromoplasten (Chromos = Farbe)</i>	19
<i>Leukoplasten (leukos = weiss)</i>	19
Mitochondrien	20
Cytoskelett	21
<b>Zelltypen</b>	<b>22</b>
Pflanzenzelle vs. Tierzelle	22
Procyte der Prokaryote (Bakterie)	24
<b>Osmose</b>	<b>25</b>
Bei Zellen ohne Zellwand	25
Bei Zellen mit Zellwand	25
<i>Begriffe</i>	25
<i>Osmotische Regulation</i>	25

Assimilation.....	27
C-Assimilation.....	27
<i>Fotosynthese</i> .....	27
<i>Chemosynthese</i> .....	28
N-Assimilation .....	28
Dissimilation.....	29
Zellatmung .....	29
Gärung.....	30
<i>Milchsäuregärung</i> .....	30
<i>Alkoholische Gärung</i> .....	30

## Grundlagen

### Stoffwechsel Pflanzen und Tiere



Pflanzen können die organischen Stoffe, die sie brauchen, aus anorganischen aufbauen. Tiere müssen organische Stoffe aufnehmen.

### Kohlenhydrate

#### Hauptsächlich als Energieträger

- Traubenzucker (Glucose)
  - Einfachzucker
  - Fructose: Gleiche Moleküle, anders Verknüpft
- Rohrzucker (Saccharose) → Disaccharid
  - Doppelzucker (aus zwei Einfachzucker-Moleküle) → 1 Fruc. + 1 Gluc.
- Stärke und Cellulose → Polysaccharid
  - Vielfachzucker
  - Makromoleküle aus vielen Glucose-Moleküle
  - Stärke
    - Verzweigte oder unverzweigte Ketten
    - Werden von Enzymen in Traubenzucker gespalten
  - Cellulose
    - Baumaterial
    - Unverzweigter Ketten

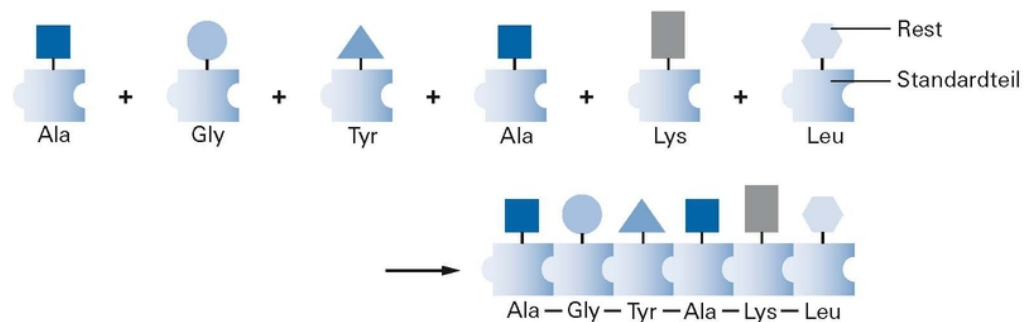
Gruppe	Beispiele Molekülbau	Herstellung	Verwendung
<b>Monosaccharid</b>	Glucose $C_6H_{12}O_6$	Autotrophe: durch Fotosynthese Heterotrophe: Aufnahme mit der Nahrung	Herstellung anderer Stoffe Betriebsstoff Baustein für Polysaccharid
<b>Disaccharid</b>	Rohrzucker	Aus Glucose und Fructose	Betriebsstoff
<b>Polysaccharid</b>	Stärke Cellulose	Aus Glucose Aus Glucose	Reservestoff Baumaterial in Zellwänden

## Lipide

- Lipophil, wasserunlöslicher Stoffe
- Bekannteste Gruppe sind Fette
  - Energiewert doppelt so hoch wie Kohlenhydrate
  - Aus einem Glycerin- und drei Fettsäure-Moleküle

## Eiweisse

- 20 verschiedene **Aminosäuren**
  - Enthalten zusätzlich Stickstoff-Atome (zu Zuckeratome)
  - Standardteil, bei allen gleich
  - Rest, unterschiedlich



Die Makromoleküle der Proteine entstehen durch das Verknüpfen von Aminosäure-Molekülen. Diese unterscheiden sich durch den Rest.

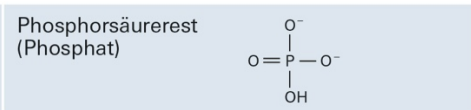
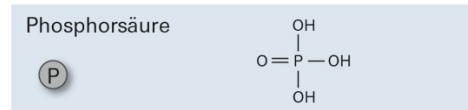
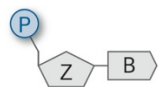
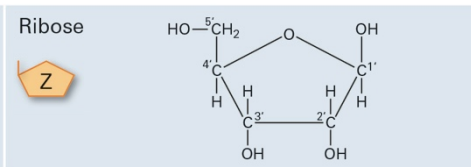
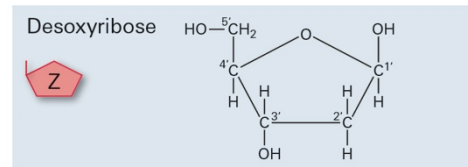
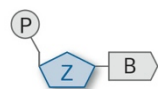
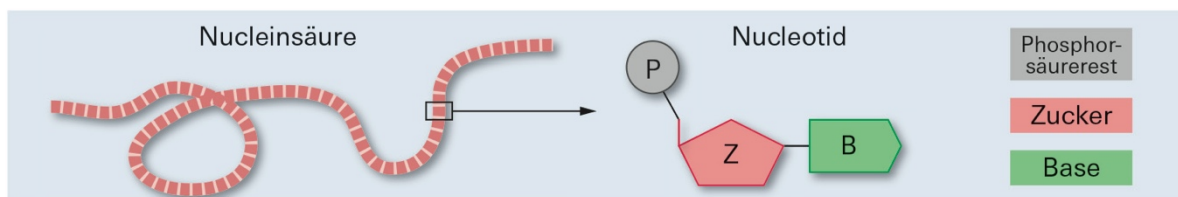
- **Primärstruktur**
  - Zahl, Art und Reihenfolge der AS
- Räumliche Struktur (Faltung und Gestalt)
  - **Tertiärstruktur** = Gestalt des **ganzen** Eiweissfadens
  - **Sekundärstruktur** = regelmässige Faltung oder Spiralisierung **gewisser** Bereiche
  - Entscheiden für seine Funktion
- Denaturierung
  - durch Erwärmung oder chemische Zusammensetzung der Umgebung
  - nur räumliche Struktur wird verändert
- Beispiele für Eiweisse
  - Enzym
  - Wichtigster Baustoff der Zelle
  - Motorproteine
  - Transportproteine
  - Botenstoffe (Hormone)
  - Antikörper (Bekämpfung Krankheitserreger)

## Nucleinsäure

- **Desoxyribonukleinsäure**, kurz DNS bzw. DNA
  - Speichert gesamte Erbinformation
  - Eucyten: im Kern und in geringen Mengen in Mitochondrien und Plastide
  - Procyte: im Chromosom und in Plastiden
- **Ribonukleinsäure**, kurz RNS bzw. RNA
  - Botenstoff und Übersetzer
  - Retroviren: RNA als Informationsspeicher (keine DNA)

## Bausteine

### Vier verschiedene Nucleotidensorten

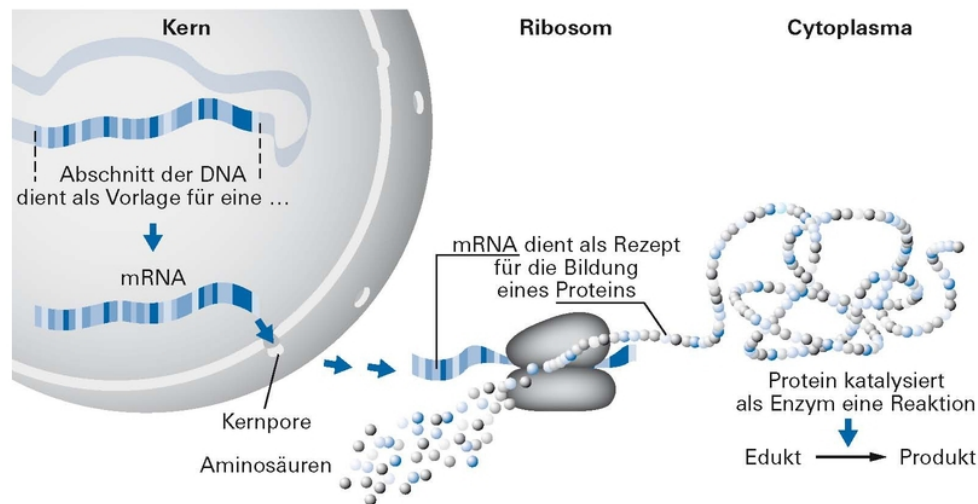


## Enzyme

Sind **Eiweiße**. Die Meisten sind **Proteine**

Chemische Reaktionen um so schneller, um so wärmer

## Enzymsynthese

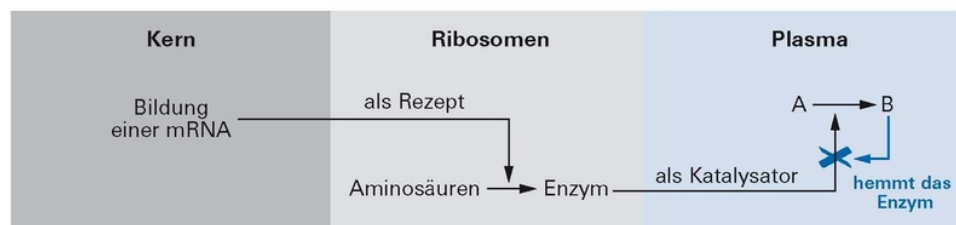


Im Kern wird ein DNA-Abschnitt (ein Gen) abgeschrieben. Die gebildete mRNA gelangt zu den Ribosomen und dient als Rezept für die Verknüpfung der Aminosäuren zu einem Protein.

1. Im Kern wird eine mRNA (messenger-RNA) für ein Enzym hergestellt, indem das Gen, d. h. der Abschnitt der DNA, der die Information für dieses Enzym enthält, abgeschrieben wird.
2. Die mRNA gelangt vom Kern zu den Ribosomen und leitet hier den Aufbau des Enzyms aus den Aminosäuren. Die mRNA bestimmt die Sequenz der Aminosäuren im Enzym.
3. Das produzierte Enzym katalysiert die Reaktion, die das gewünschte Produkt liefert.
4. Das Enzym wird durch andere Enzyme gespalten und verliert dabei seine Wirkung, die katalysierte Reaktion kommt wieder zum Erliegen.

## Regulation der Enzyme

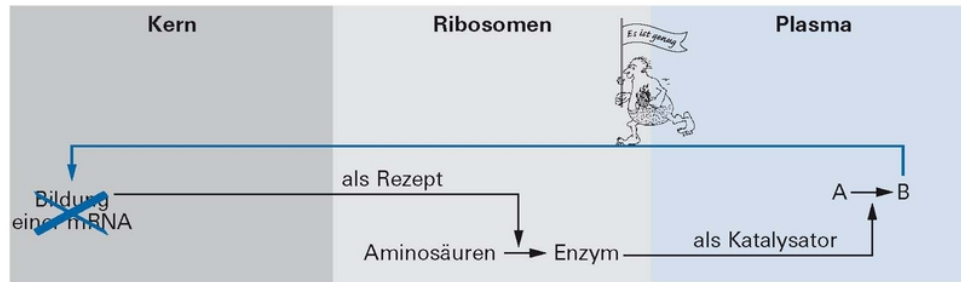
- Enzymaktivität
  - Temperatur
  - Cofaktoren = Aktivatoren für Aktivität
    - Ionen (häufig Zink-, Eisen-, Kupfer-Ionen)
    - Organische Moleküle
  - Produkt hemmt Aktivität des Enzyms



Das Produkt B hemmt die weitere Herstellung von B, indem es die Aktivität des dafür erforderlichen Enzyms vermindert.

- Enzymkonzentration
  - Über Synthese und Abbau der Enzyme
  - Enzyme wirken **katalytisch**, können nur über Hemmstoffe oder Abbau stoppen

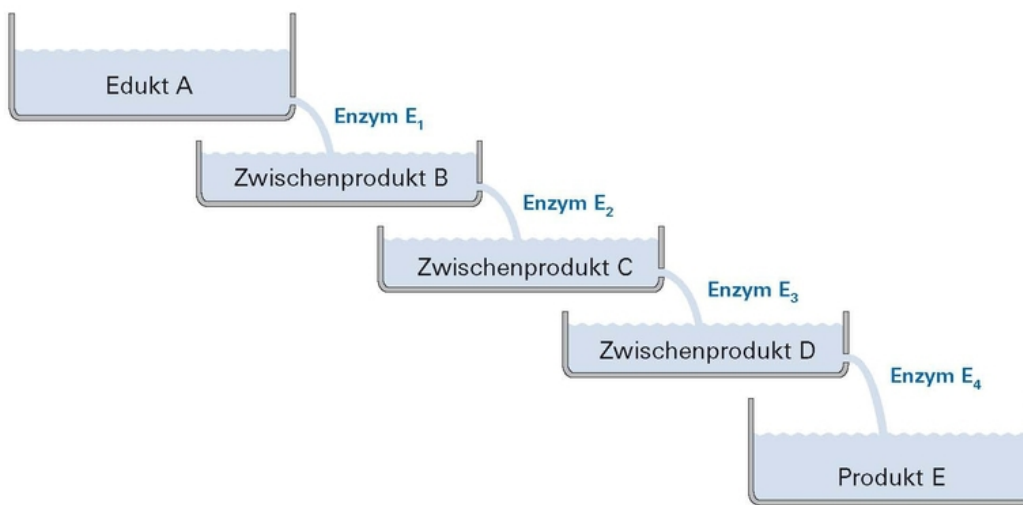
- Konzentration wird dem Kern gemeldet → Produktionstopp von mRNA → Weniger Enzyme → weniger Produkt → Meldung an Kern Wirkung des Produkts



### Stoffwechselkette / Fließgleichgewicht

Zentrale Koordination aller Stoffwechselvorgänge durch den Kern

Herstellung eines Stoffes über mehrere Reaktionsschritte



Die Mengen der Zwischenprodukte B und C und D bleiben unverändert, solange sich Zu- und Abfluss die Waage halten.

## Mikroskop

### Lichtmikroskop (LM)

- Bis zu 2'000fache Vergrößerung (durch die Wellenlänge des Lichts beschränkt)
- Objekte müssen dünn oder geschnitten, meist gefärbt
- Lebende Objekte nur wenn lichtdurchlässig und kontrastreich

### Elektronenmikroskop (EM)

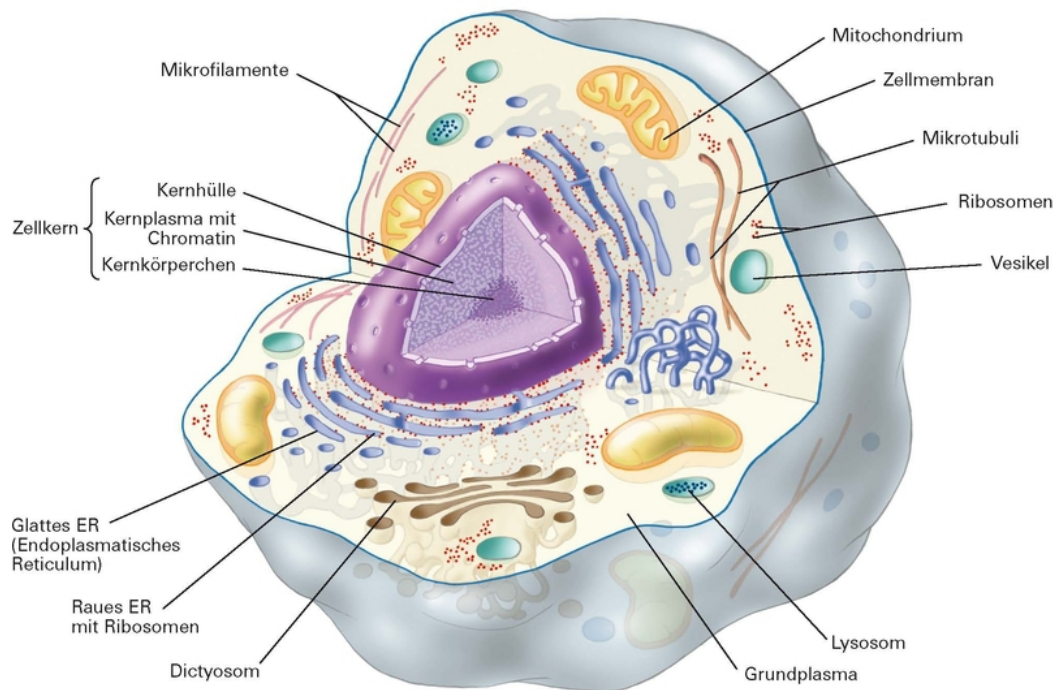
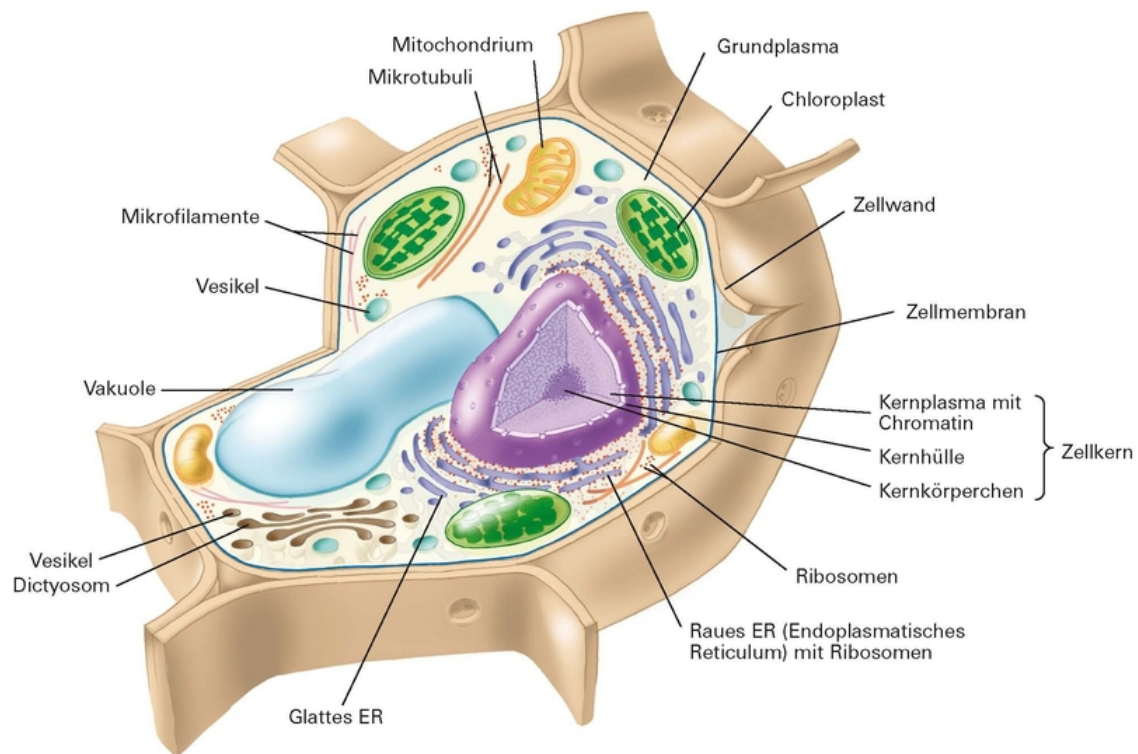
- Elektronenstrahlen statt Licht
- Präparate extrem dünn, kein Wasser, mit Schwermetall bedampft
- Transmissionselektronenmikroskop (TEM)
  - Präparat wird durchleuchtet
  - bis 1millionenfache Vergrößerung
- Rasterelektronenmikroskop (REM)
  - Oberfläche mit Elektronenstrahl zeilenweise abgetastet
  - Plastische Ansichten
  - Bis 20'000fach

## Cytologie

Die Zelle ist die einfachste Struktur, die selbständig lebensfähig sein kann.

- Zelltypen
  - Procyten („Vorzellen“) – Zellen von Bakterien
  - Eucyten („guten Zellen“)
    - Zellen von Pflanzen
    - Zellen von Tiere
- Meisten Eucyten zwischen 1/100 und 1/10 mm gross.
- Pflanzliche grösser als tierische.

# Zellenaufbau

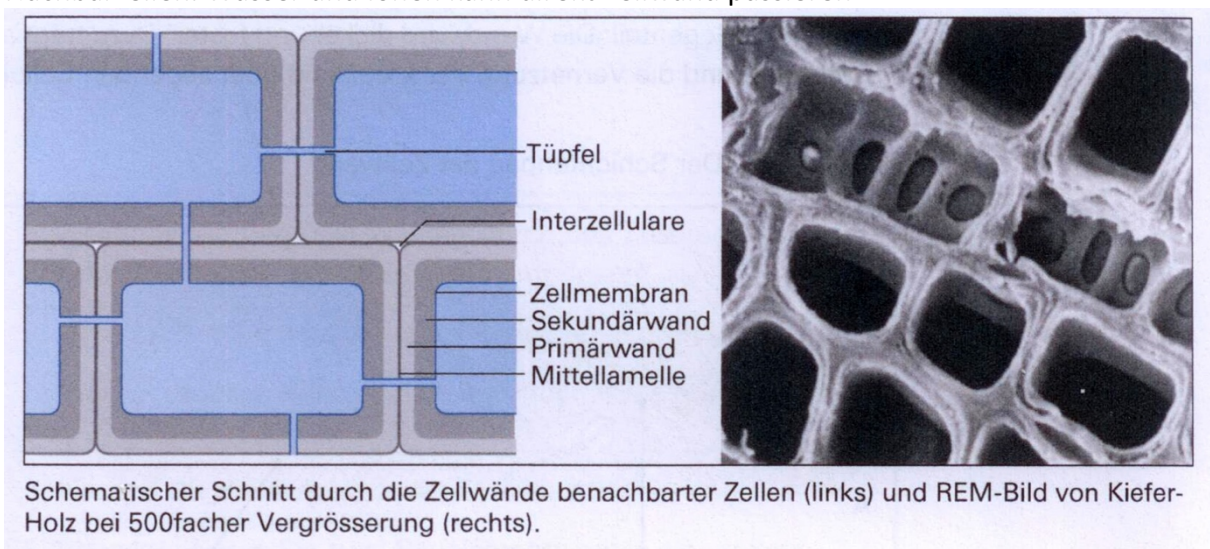


Bilder: Oliver Lüde © 2003, Compendio Bildungsmedien AG, Zürich

Struktur	Funktion
<b>Zellwand</b>	Nur bei Pflanzenzelle. Schutz und Stütze
<b>Zellmembran</b>	Regelt den Stoffaustausch, ermöglicht Kommunikation
<b>Organellen mit einfacher Membran</b>	
<b>Raues ER</b>	Kompartimentierung, Eiweissynthese
<b>Glattes ER</b>	Kompartimentierung, Lipidsynthese, Stoffumwandlung
<b>Dictyosom</b>	Teil des Golgi-Apparats. Versandplatz, Synthese
<b>Vesikel</b>	Transportieren und lagern Stoffe
<b>Vakuole</b>	Lagerplatz für Reserve-, Farb- und Abfallstoffe
<b>Organellen mit einer Hülle aus zwei Membranen</b>	
<b>Zellkern (Hülle, Kernkörperchen, Chromatin)</b>	Träger des Erbgutes, Steuerung der Zelle
<b>Mitochondrien</b>	Zelleatmung, Energieumwandlung, Herstellung von ATP
<b>Chloroplast</b>	Nur bei Pflanzenzelle. Fotosynthese
<b>Organellen ohne Membran</b>	
<b>Ribosomen</b>	Eiweissynthese
<b>Mikrotubuli, Mikrofilamente</b>	Elemente des Cytoskeletts. Stütze, Bewegung

## Zellwand

- aus Cellulose. Cellulosefasern werden in elastischen Grundsubstanz eingebettet. Ähnlich zu Epoxy-Harz und Glasfasern.
- Primärwand (Bei Wachstum)
  - Ungeordnet und weniger Cellulosefasern → Dehnbar
- Sekundärwand (Beim Abschluss von Zellwachstum)
  - Fasern geordnet und Wand dicker
- Tüpfel (Aussparungen) für Austausch von Stoffen und Informationen mit Nachbarzellen. Wasser und Ionen kann direkt Zellwand passieren

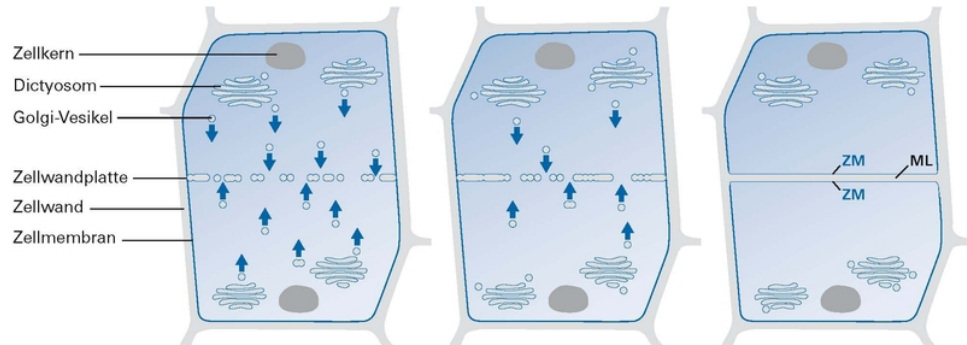


- Mittellamelle – klebrige Schicht die Zellen zusammenhält
- Interzellulare – Hohlräume, enthalten Luft und dienen dem Gastransport in Pflanzen

## Einlagerungen

- Lignin – erhöht Druckstabilität (z.B. Holz)
- Cutin (Korksubstanz oder Wachs) – machen Zellwand wasserdicht und gasdicht
- Härte von Pflanzenteile durch Kieselsäure oder Salzen erhöhen (z.B. Dornen)

## Bildung neuer Wand

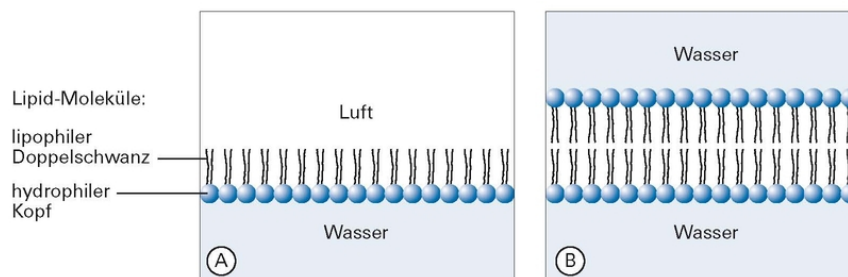


Vesikel von beiden Zellen verschmelzen zu einer membranumschlossenen Zellwandplatte. Die Inhalte der Vesikel bilden die neue Mittellamelle (ML). Ihre Membranen verschmelzen zu den neuen Teilstücken der Zellmembranen (ZM) der beiden Tochterzellen.

- Golgi-Vesikel vereinigen sich zu Zellwandplatte
  - Inhalt bilden die gemeinsame Mittellamelle
  - Membran verschmelzen zu Zellmembran

## Membran

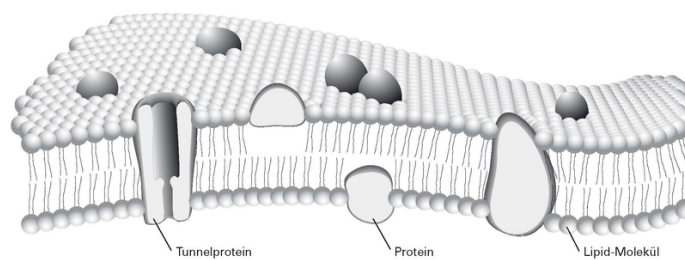
- Moleküle fettlöslicher (lipophilen) Stoffe durchqueren Membran leichter als wasserlösliche (hydrophile) Stoffe
- Besteht aus **Lipiddoppelschicht**



Einmolekulare Lipid-Schicht an der Wasseroberfläche (A) und Lipid-Doppelschicht im Wasser (B).

Bestehen aus hydrophilem Kopf und lipophilem Doppelschwanz. Ordnen sich in Wasser automatisch an, so dass Schwänze aus dem Wasser ragen. Lipid-Moleküle bilden eine Doppelschicht → lipophilen Schwänze verstecken sich im Inneren der Membran

- **Flüssig-Mosaik-Modell**
  - Lipid-Moleküle bewegen sich innerhalb ihrer Schicht
  - Zähflüssig, Struktur veränderlich → Durchlässigkeit ändern

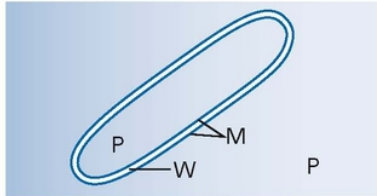


Die Lipid-Moleküle können sich innerhalb ihrer Schicht bewegen. Die Proteine schwimmen in der zähflüssigen Lipidschicht. Sie tauchen mehr oder weniger tief ein oder reichen sogar bis auf die andere Seite der Membran. Tunnelproteine bilden Durchgänge für hydrophile Teilchen.

## Trennregel

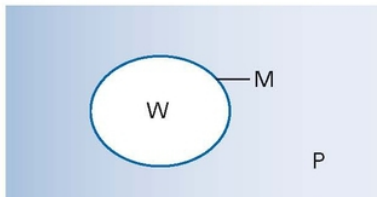
Membran grenzt immer plasmatisches von nicht plasmatischem Kompartiment ab

- Nicht-plasmatische wässrige Lösung (z.B. Vakuole) durch **eine** Membran abgegrenzt
- Plasmatische Lösung (z.B. Zellkern) von einer Hülle aus **zwei** Membranen mit einem Spalt nicht-plasmatischen Lösung



### Organellen mit Hülle aus zwei Membranen:

- Enthalten Plasma und DNA
- Entstehen durch Teilung aus ihresgleichen
- Sind neben der Vakuole die grössten Organellen und auch im LM sichtbar
- Zellkern, Plastiden und Mitochondrien



### Organellen mit einfacher Membran:

- Enthalten nicht-plasmatische wässrige Lösungen.
- Entstehen, indem sich Membranstücke von bestehenden Organellen abschnüren
- ER, Dictyosom, Vesikel und Vakuolen



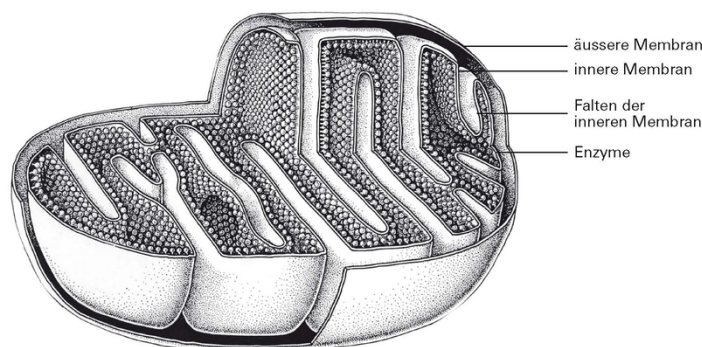
### Organellen ohne Membran:

- Entstehen durch Selbstaufbau ohne Mutterorganell durch das Zusammenlagern bestimmter Proteine bzw. Nucleinsäuren
- Ribosomen, Elemente des Cytoskeletts

P: Plasma W: wässrige Lösung M: Membran

## Aufgaben

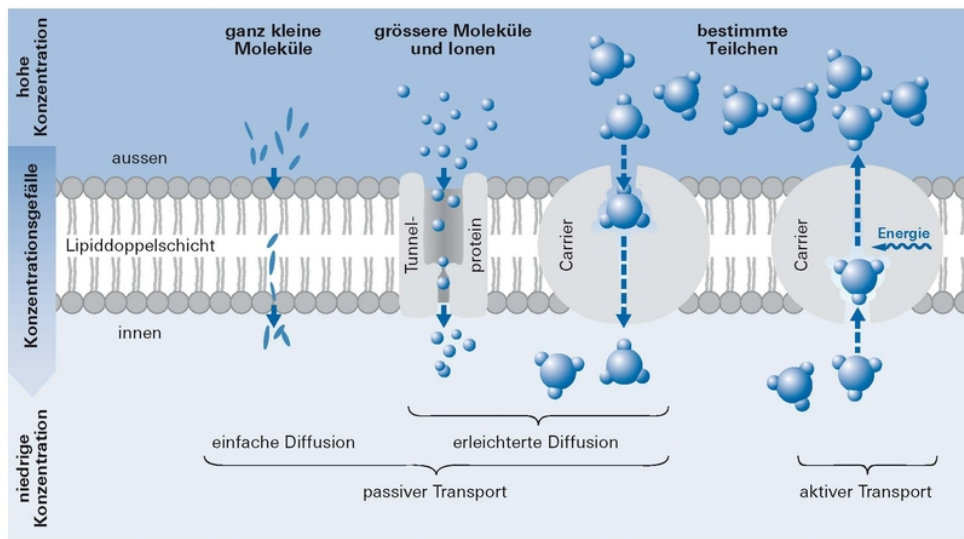
- Abgrenzung und Stofftransport
- Enzymträger (manche Membraneiweisse wirken als Enzyme)
- Vergrösserung der Oberfläche (Stoffaustausch und chemischer Stoffumsatz erhöhen)
  - Feine Ausstülpungen im Darm → mehr Nährstoffaufnahme
  - Mitochondrien innere Oberfläche durch Einfaltung der Membran vergrössert → mehr Enzyme



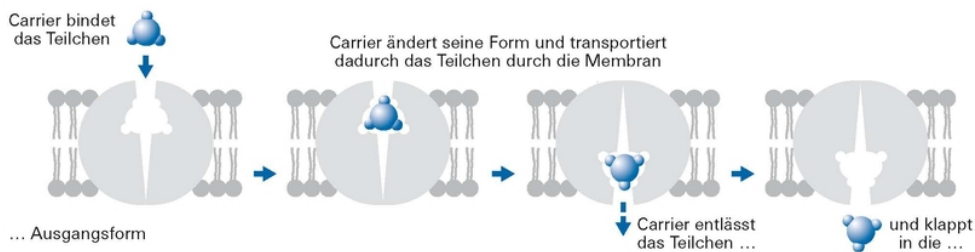
Die innere Oberfläche ist durch Einfaltungen der inneren Membran stark vergrössert.

- Informationsaustausch
  - Eiweisse als Rezeptoren auf Aussenseite → Moleküle von Botenstoffe anlagern → löst Reaktion im Innern der Zell(-organells) aus
- Reizbarkeit
  - Ionen *gezielt* auf andere Seite transportieren → bauen *elektrisches Potential* zwischen Innen und Aussen auf (durch Reize)

## Stofftransport durch Membran

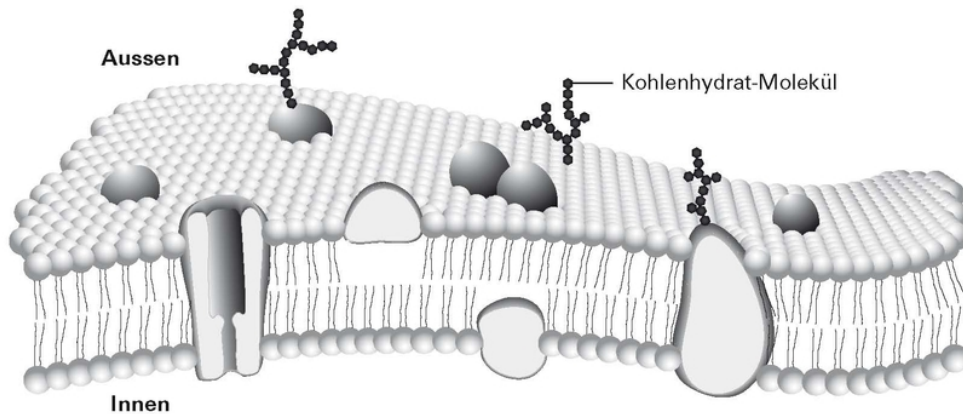


- Diffusion benötigt Konzentrationsgefälle
- Einfache Diffusion (zwischen Lipid-Moleküle)
  - Ganz kleine Teilchen (Wasser und Sauerstoff)
  - Grössere, *lipophilen* Teilchen
- Erleichterte Diffusion (regelbar)
  - Eiweisstunnel
    - Ionen und hydrophile Teilchen
    - Mit Hydrophilen Eiweiss-Moleküle ausgekleidet
- Carrier



- Ein Carrier befördert nur *eine* Art von Teilchen (selektiv)
- Aktiv = Transportiert gegen Konzentrationsgefälle (benötigt Energie)
- Passiv = mit Gefälle

## Zellmembran



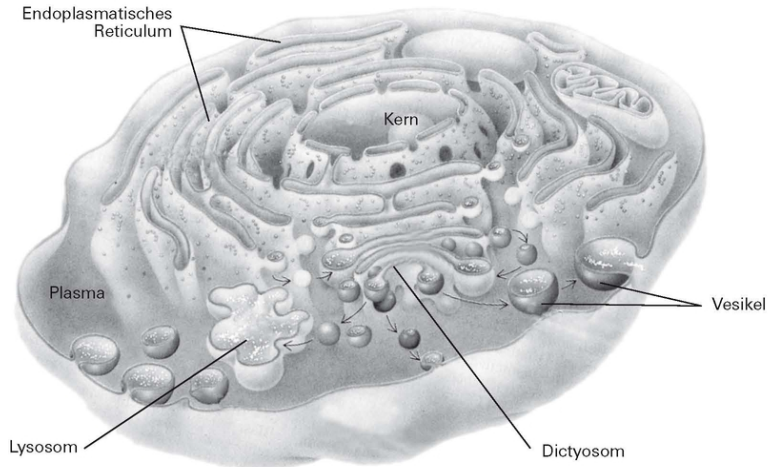
Die Kohlenhydrat-Moleküle dienen als Antennen und als Kennzeichen.

- Regelt Stoffaustausch und Kommunikation zwischen Zellen und Umgebung
- Kohlenhydrat-Moleküle an Eiweissen oder Lipide
  - Namensschilder zur *Kennzeichnung* der Zelle
    - Abwehrzellen unterscheiden fremde von eigenen Zellen
  - *Antenne* der Rezeptoren für Botenstoffe
  - Nur bei Zellmembran vorhanden

## Grundplasma

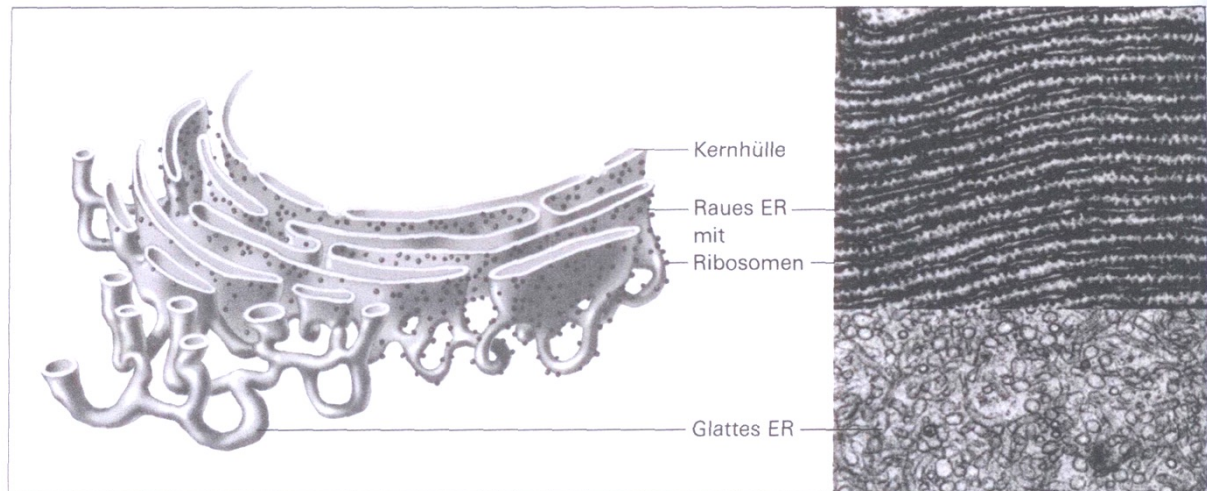
- Besteht aus Wasser (70%) und Eiweisse (15-20%) → Dickflüssig bis gelartig
- 10'000 verschiedene Eiweisse, meist Enzyme

## Membransystem des Cytoplasmas



Das Membransystem des Cytoplasmas verändert sich durch den Austausch von membranumhüllten Bläschen ständig.

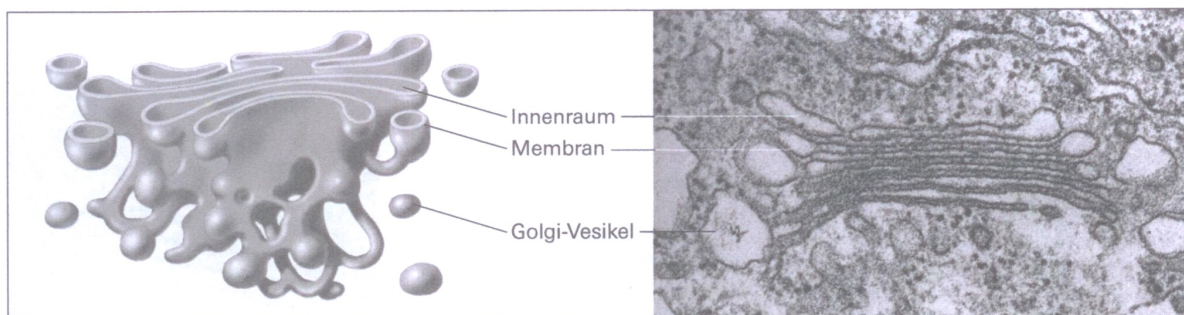
## Endoplasmatisches Reticulum (ER)



Schematische Darstellung (links) und EM-Bild bei 30 000facher Vergrößerung.

- „Netzchen“ im inneren Plasma (endos, innen; reticulum, Netzchen)
- System von Kanälen und flachen, sackartigen Hohlräumen
- Trägt Enzyme → Produzierte Stoffe in Membranbläschen als Vesikel abgeschnürt
- **Raue ER**
  - Besetzt von **Ribosomen**
    - Bauen sich selbst auf. Aus Eiweissen und RNA ohne Membran
    - Liegen auch frei im Plasma
  - Eiweissfabrik z.B. Membran-Eiweisse, Enzyme der Lysosomen
- **Glattes ER**
  - Trägt verschiedene Enzyme
  - Herstellung von Membranlipiden
  - Abbau und Umwandlung von *Kohlenhydraten* und *Giften*

## Golgi-Apparat

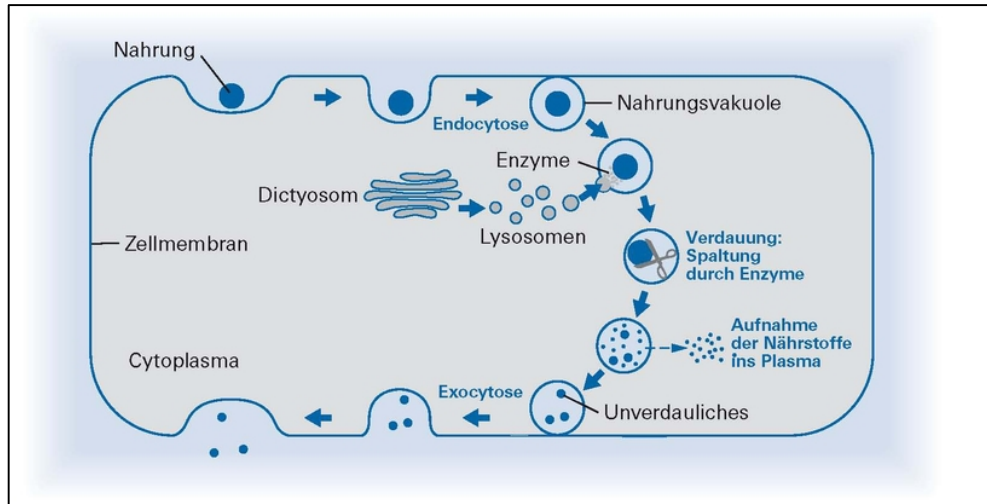


Schematische Darstellung (links) und EM-Bild bei 40 000facher Vergrößerung.

- Aus miteinander verbundenen **Dictyosomen**
- Vesikel werden abgeschnürt und einverleibt
- Produktionsstätten, Zwischenlager sowie Sortier- und Versandzentralen
  - Vesikel von ER docken an → neu Kombiniert → als Golgi-Vesikel weiterverschickt
  - Vielfachzucker für Zellwand bzw. für Schleim

### Vesikel und Vakuolen

- Durch eine Membran begrenzte Bläschen
- Für Transport, Speicherung und Aufnahme von Stoffen
- Transportvesikel
  - Kurze Lebensdauer
  - Von Membran abgeschnürt, an Zielort wieder in Membran eingebaut
- Nahrungsvakuolen

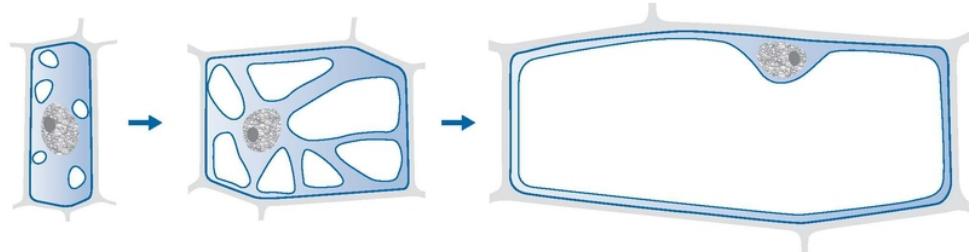


Bei der **Endocytose** werden Nahrungsteilchen durch Umfließen in eine Nahrungsvakuole aufgenommen. Lysosomen bringen Verdauungsenzyme vom Golgi-Apparat zur Nahrungsvakuole. Deren Inhalt wird zerlegt (verdaut) und die kleinen Moleküle werden ins Plasma aufgenommen. Das Unverbaubare bringt die Vakuole wieder nach aussen (**Exocytose**).

- Lysosomen
  - Von Golgi-Apparat gebildet
  - Enthalten Verdauungsenzyme (vom rauen ER)
  - Zerlegung körperfremden Stoffe und Entsorgung bzw. Recycling alter oder überzähliger Zellbestandteile
  - Ständige Erneuerung mit Hilfe dieser *Selbstverdauung*
  - Suicid-bags
    - Durch Öffnen der Lysosomen (z.B. undichte Membran) löst sich Zelle auf → Programmierter Zelltod
- Vakuolen
  - Grösser als Transportvesikel oder Lysosomen
  - Bei tierische Zellen: kleine Vakuolen für spezielle Aufgaben wie Nahrungsvakuolen

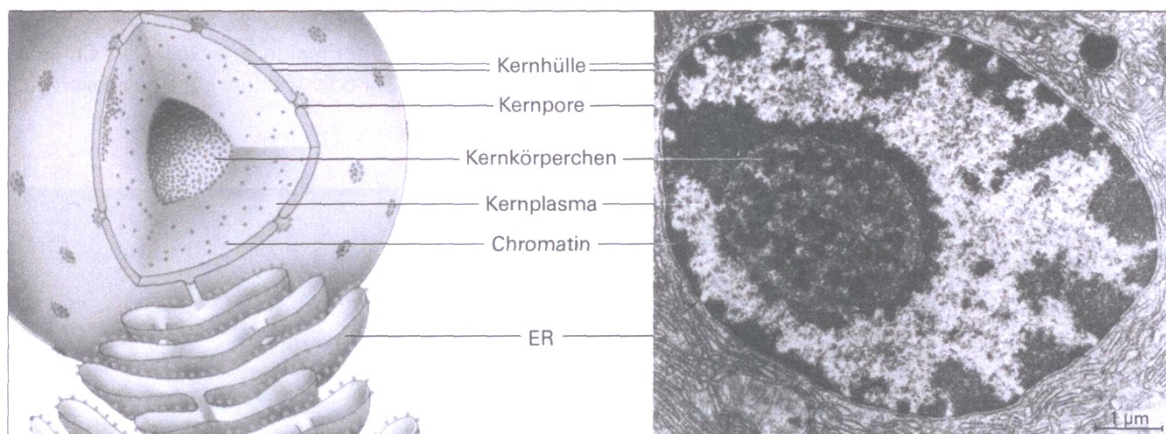
## Vakuole

- Enthalten Zellsaft mit Membran von Plasma abgetrennt
- Lager für Reservestoffe, Farbstoffe und Abfälle aus Zellstoffwechsel
- Wachstum der Pflanzenzelle
  - Vakuolen grösser und verschmelzen zu einer grossen
  - Billiger als Plasma weil weniger Eiweisse
  - Pflanzen brauchen für Fotosynthese möglichst grosse Oberfläche



Aus den kleinen Vakuolen einer jungen Pflanzenzelle entsteht beim Wachstum die grosse Vakuole (Zellsafttraum) der ausgewachsenen Zelle.

## Zellkern



Schematische Darstellung (links) und EM-Bild bei 10 000facher Vergrösserung.

<b>Kernhülle</b>	Durch zwei Membranen abgegrenzt Kernhülle mit ER verbunden Poren für Stoffaustausch
<b>Kernkörperchen</b>	Bildet Bauteile für die Ribosomen
<b>Chromatin</b>	Chromatinfaser bestehen aus DNA und Eiweissen
<b>Chromosomen</b>	Mehrfach spiralisierte Chromatinfaser
<b>Gen</b>	Abschnitt der DNA der die Information für den Bau <i>eines</i> Eiweisses

## Aufgaben

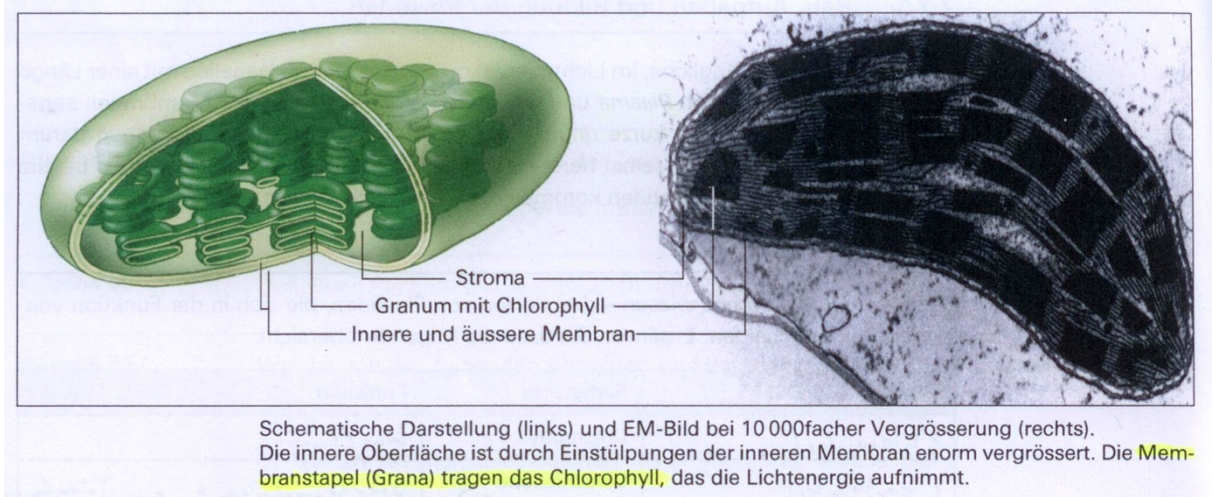
- Erbinformation für Bau und Betrieb
- Datenbank und Steuerzentrale der Zelle

## Plastiden

Nur in pflanzlichen Zellen. Zuerst kleine undifferenzierte **Proplastide**, später differenzieren. Zudem können sich Plastiden umwandeln Chloroplasten → Chromoplasten (z.B. Herbst)

### Chloroplasten (chloros = grün; plastes = Bildner)

- Enthalten Chlorophyll (Blattgrün) – grüne Farbe der Pflanzen
- Fotosynthese



- Die Stapel heissen Grana (Korn) – tragen das Chlorophyll, das Plasma dazwischen Stroma (Lager)

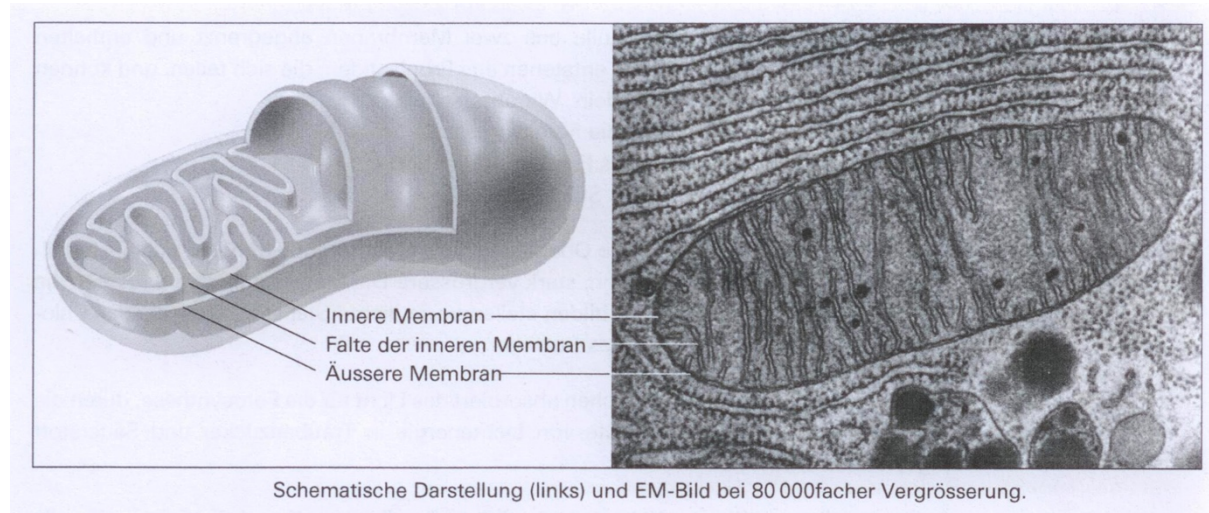
### Chromoplasten (Chromos = Farbe)

- Gelbe bis rote Farbstoffe – Blüten und Früchten

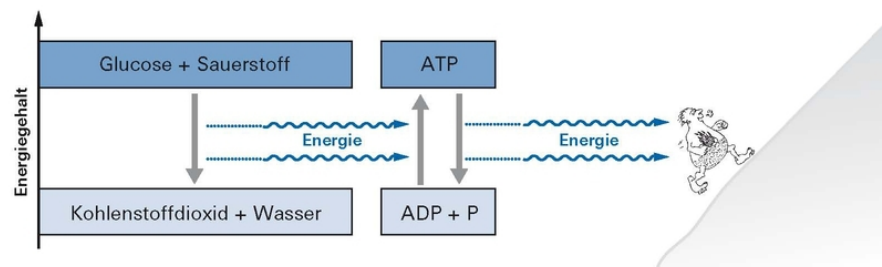
### Leukoplasten (leukos = weiss)

- Bauen aus Traubenzucker Stärke auf
- Hauptsächlich in Speicherorganen wie Knollen (Kartoffeln), Wurzeln oder Samen (Getreide)

## Mitochondrien



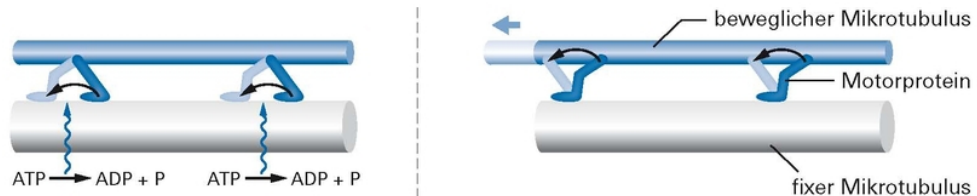
- In allen tierischen und pflanzlichen Zellen. Zahlreicher bei Zellen mit hohem Energieumsatz (z.B. Muskelzellen)
- Kraftwerke – bauen Traubenzucker mit Oxidation ab → Energie → ATP
- Adenosintriphosphat (ATP) und Adenosindiphosphat (ADP)
  - Adenosin-P-P + P → Adenosin-P-P-P
  - Traubenzucker + Sauerstoff → Kohlendioxid + Wasser



Die exotherme Oxidation der Glucose ist gekoppelt mit der endothermen Bildung von ATP aus ADP und P. Die Spaltung von ATP in ADP und P ist gekoppelt mit energieverbrauchenden Vorgängen.

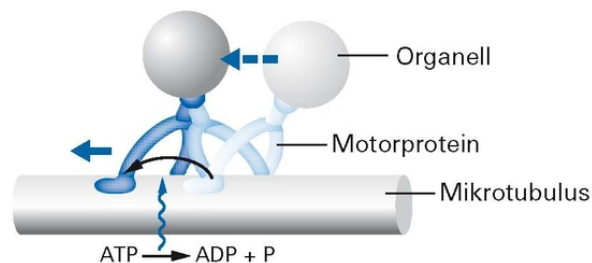
## Cytoskelett

- Besteht aus feinen Eiweissröhrchen (**Mikrotubuli**) und -fäden (**Mikrofilamenten oder Actinfilamenten**) im Cytoplasma
- Stabilisiert innere Struktur der Zellen (Organellen sind am Cytoskelett befestigt) und hält wandlose Zellen in Form
- Bewegung durch Motorproteine



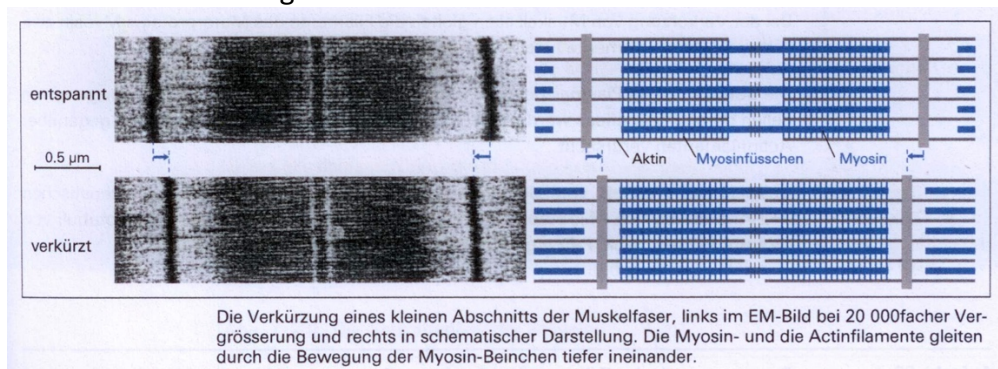
Die Motorproteine, die wie Beinchen drehbar am oberen Mikrotubulus befestigt sind, wandern auf dem unteren und verschieben dadurch den oberen gegenüber dem unteren. Die Energie für ihre Bewegung liefert die Spaltung von ATP.

- ATP bindet sich an Beinchen, klappen um und ATP wird zu ADP und P
- Verschiebung von Organellen und *Vesikel*



Vesikel und Organellen werden von Motorproteinen entlang von Mikrotubuli bewegt.

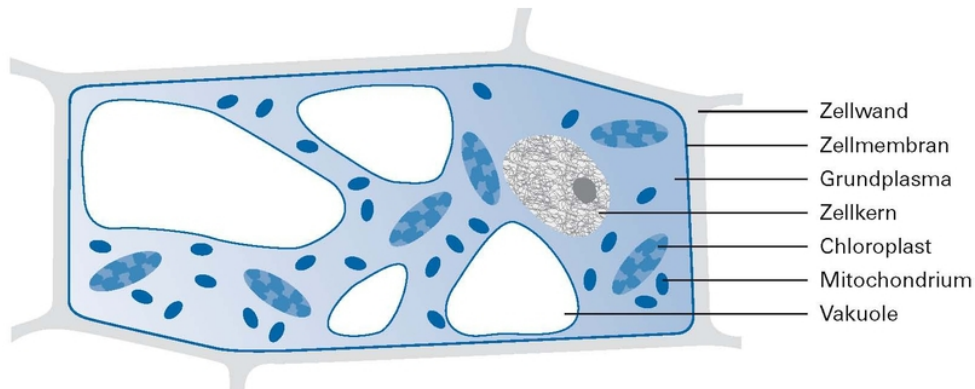
- Mikrotubuli dienen als Schienen
- Bewegung mit Geisseln und Wimpern
  - Neun im Kreis angeordnete Mikrotubuli-Paare und zwei einzelne im Zentrum
  - Feine Ausstülpungen der Zelle für Fortbewegung (z.B. Einzeller, Spermien)
  - Wimpern in der Luftröhre für Dreck bewegen
- Muskelbewegung
  - Viele parallel ausgerichtete Actinfilamente, dazwischen Myosinfilamente mit Molekülbeinchen → gleiten ineinander hinein



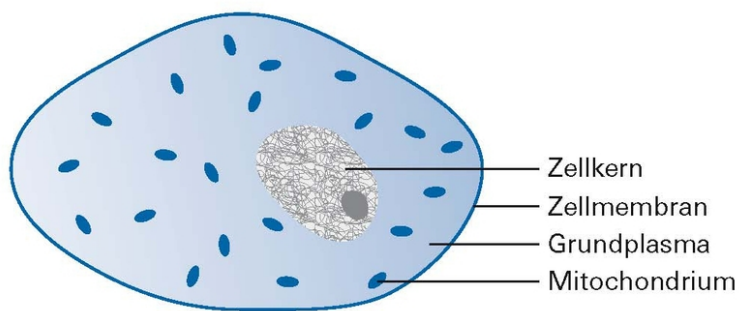
- Plasmafluss
  - Kriechende Fortbewegung von Zellen (z.B. Amöben oder w. Blutkörperchen)
- Plasmaströmung
  - Sorgt für schnellere Verteilung von Stoffen in Zelle
  - Plasma vermutlich von Organellen gestossen

## Zelltypen

### Pflanzenzelle vs. Tierzelle



Schematische Darstellung einer etwa 1 000-fach vergrößerten Pflanzenzelle.



Die Tierzelle besitzt keine Plastiden, keine Zellwand und keine Vakuole.

Pflanzliche Zelle				
Protoplast (Plasma und Organellen)				Zellwand
Cytoplasma (Bereich der Zellkern umgibt)			Zellkern	
Grundplasma: Wasser, Eiweiße etc	Zellorganellen: Plastiden, Mitochondrien, Vakuole	Zellmembran: Lipide, Eiweiße		

Protoplast → Zelle ohne Zellwand

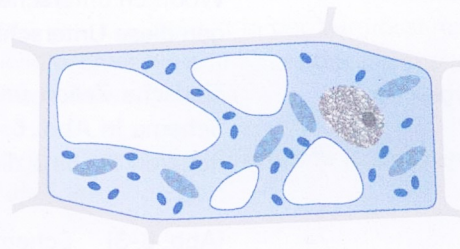
Cytoplasma → Protoplast ohne Zellkern

[Abb. 6-4] Lebensweise und Zellbau von Pflanzen und Tieren im Vergleich



#### Pflanzen

- sind in der Regel **autotroph**
- finden ihre Nahrung an einem Ort, können sich **nicht fortbewegen**
- brauchen eine **grosse Oberfläche** für die Aufnahme von Stoffen u. Licht, wachsen rasch u. oft hoch



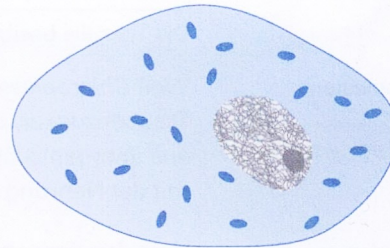
#### Pflanzenzellen

- besitzen **Plastiden**
- sind durch die **starre Zellwand** geschützt und gestützt
- **wachsen** rasch unter Vergrösserung der **Vakuolen** und **stabilisieren** sich durch feste Zellwände



#### Tiere

- sind **heterotroph**
- müssen sich **bewegen**, um ihre organische Nahrung zu finden
- müssen **nicht so rasch wachsen**

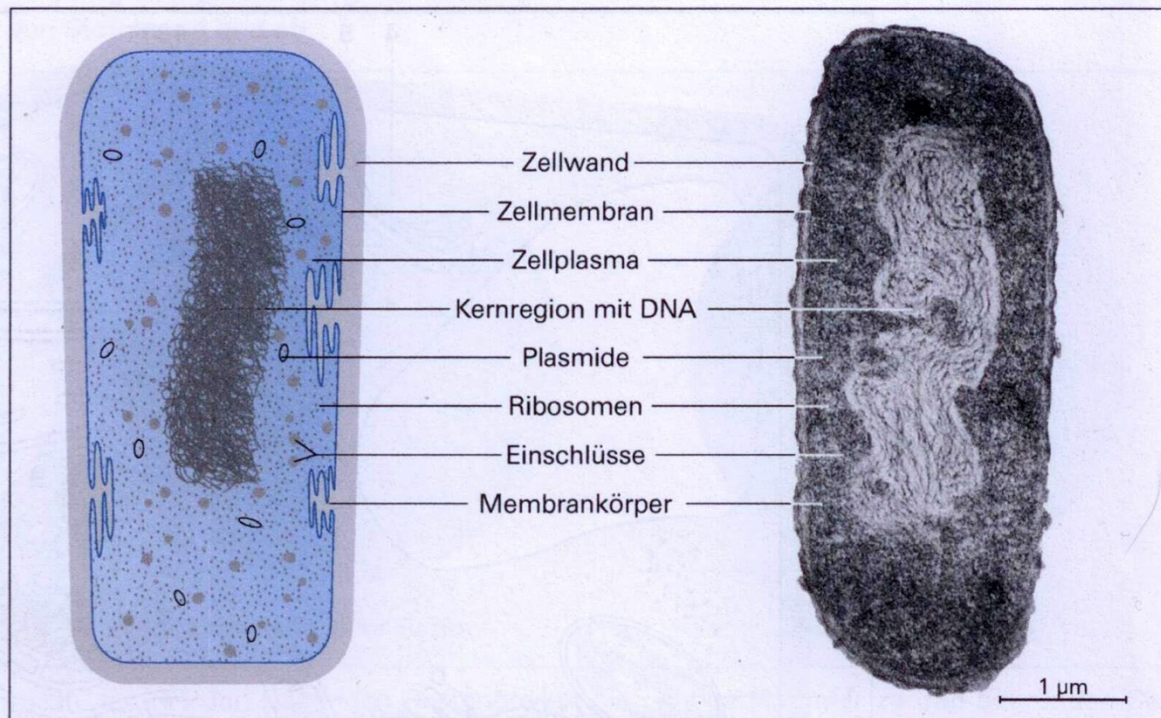


#### Tierzellen

- besitzen **keine Plastiden**
- besitzen **keine starre Zellwand**
- bilden **keine grossen Vakuolen**

Procyte der Prokaryote (Bakterie)

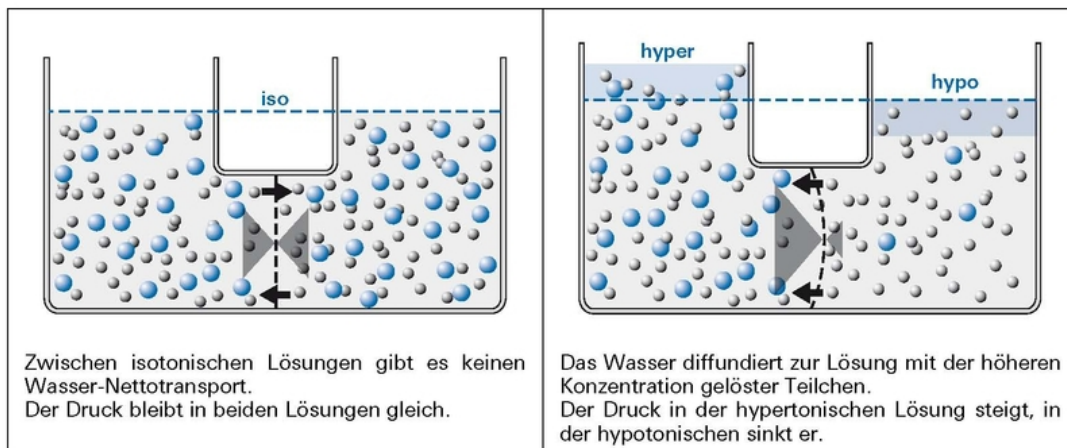
[Abb. 8-3] Eine Bakterienzelle (Procyte)



Schematische Darstellung (links) und TEM-Bild (rechts) bei 15 000facher Vergrößerung.

- Organellen ohne eine Membran oder Hülle
- Kernregion mit einem einzigen stark geknäulten DNA-Molekül (Ring)
- Einstülpungen der Zellmembran anstelle von Mitochondrien und Plastiden, mit Enzymen für Zellatmung bzw. Fotosynthese
- Zellwand nicht aus Cellulose
- Manche Bakterien haben Geißeln zur Fortbewegung

## Osmose



Rechtes Bild: Weil auf der rechten Seite keine Farbstoffteilchen vorkommen, ist dort die Konzentration der Wasser-Moleküle höher. → mehr Wasser-Moleküle diffundieren nach links als nach rechts → Lösung links drückt auf Membran → Diffusion nach rechts wird behindert → Gleichgewicht

### Bei Zellen ohne Zellwand

hypotonische Lösung	isotonische Lösung	hypertonische Lösung
Zelle platzt	Normalzustand	Zelle schrumpft
In hypotonischer Umgebung strömt Wasser in die Zelle.	In isotonischer Umgebung bleibt der Wassergehalt der Zelle unverändert.	In hypertonischer Umgebung verliert die Zelle Wasser.
Einzeller im Süßwasser müssen Wasser rauspumpen = Osmoregulation	z.B. im Meer oder im Blut keine osmotische Probleme	im Süßwasser: Lebewesen können bei Zufuhr von Salz sterben Im Salzwasser: hohe Innenkonzentration (→ Isotonisch machen) oder nehmen ständig Wasser auf

### Bei Zellen mit Zellwand

#### Begriffe

<b>Turgor</b>	Zellinnendruck
<b>Wanddruck</b>	behindert die weitere Wasseraufnahme
<b>Turgeszenz</b>	die Zelle ist prall gefüllt
<b>Plasmolyse</b>	Zelle verliert Wasser → Protoplast schrumpft und löst sich von Zellwand
<b>Deplasmolyse</b>	z.B. bei welchem Salatblatt: in Wasser einlegen → Wasser dringt ein

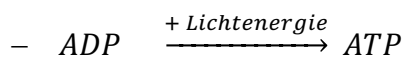
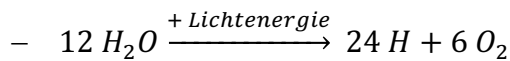
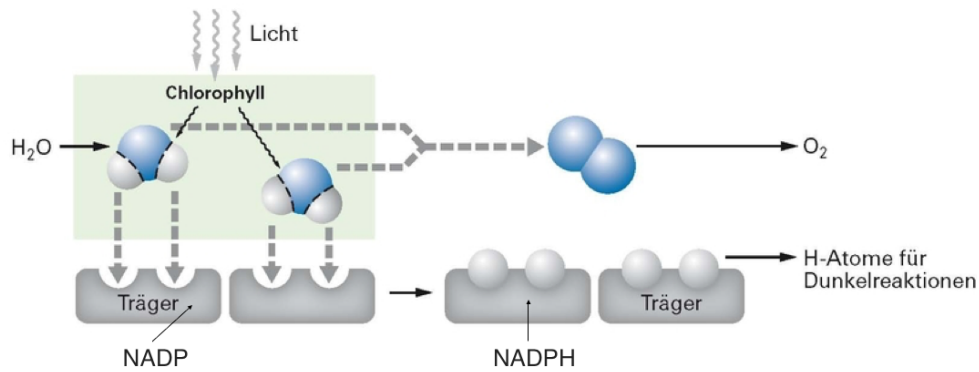
### Osmotische Regulation

- Traubenzucker macht Zelleninhalt hypertonisch → Umwandlung in Stärke (grössere Moleküle → Teilchenzahl kleiner)

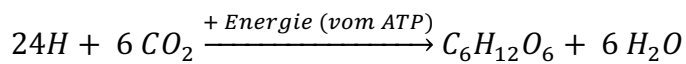
- Zellen können ihr Turgor gezielt Verändern → z.B. für zum Teile bewegen



### Lichtreaktion

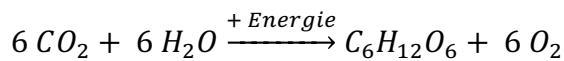


### Lichtunabhängige Reaktion (Dunkelreaktion)



### Chemosynthese

Nutzung chemischer Energie von **anorganischer** Stoffe (z.B. Schwefel)



### N-Assimilation

Für den Bau von Aminosäuren und Nucleotiden

Wenige Bakterien können N<sub>2</sub> aus der Luft assimilieren

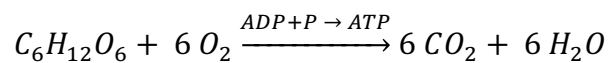
Meistens aus Stickstoffverbindungen z.B. Ammoniumsalze oder Nitrate aus Wasser oder Boden

## Dissimilation

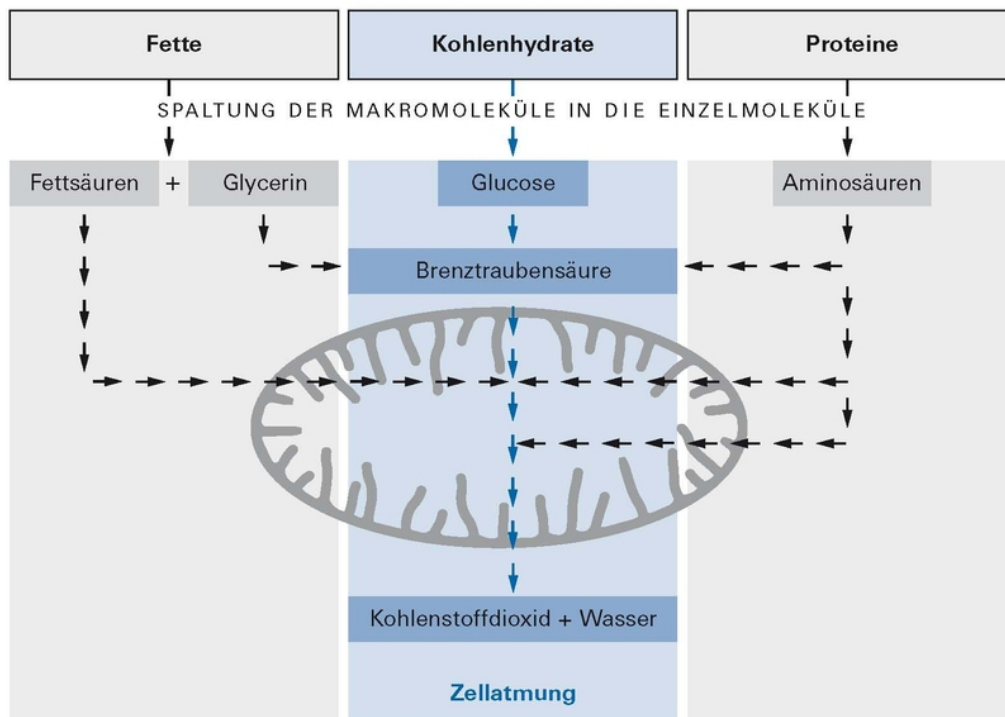
- Gespeicherte Energie von energiereichen Betriebsstoffen freigesetzt
- Wichtigster Betriebsstoff ist Traubenzucker
- Traubenzucker: starke osmotische Wirkung
  - Nur Lagerung kleiner Mengen
- Stärke und Glykogen: osmotisch praktisch unwirksam
  - Gut Lagerung, wird bei Bedarf schnell in Traubenzucker umgewandelt
- Fette: noch energiereicher
  - Für langfristige Speicherung von Energie

## Zellatmung

Verläuft unter Sauerstoff (aerob)



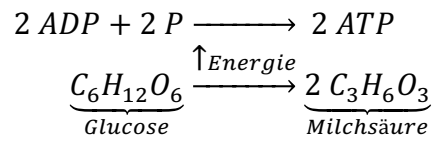
1. Glykolyse → 2 ATP + Brenztraubensäure (C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>O<sub>3</sub>)
  - Im Cytoplasma
  - Ohne Sauerstoff
2. Brenztraubensäure + Sauerstoff → 36 ATP + Kohlendioxid + Wasser
  - wird in Mitochondrien aufgenommen



## Gärung

Verläuft anaerob und *wenig* Energie wird freigesetzt (nur 2 ATP statt 38 ATP)

### Milchsäuregärung



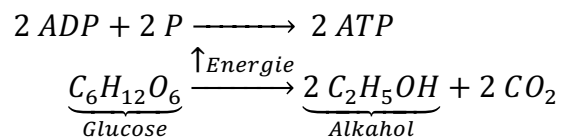
Viele tierische Zellen können bei Sauerstoffmangel vorübergehend anaerob arbeiten

→ ohne Aufwärmen lossprinten → Muskeln zu wenig durchblutet → Milchsäuregärung →

Muskelkater

Milchsäure wird später abgebaut, nicht ausgeschieden

### Alkoholische Gärung



Hefezellen wandeln Traubenzucker bei Mangel an Sauerstoff in Ethanol und Kohlendioxid